

국내 항만장비의 온실가스 배출량 산정 및 추정 연구

김보경* · 박민정** · † 안승현

*한국해양수산개발원 항만연구본부 전문연구원, **한국해양수산개발원 항만연구본부 연구원, † 한국해양수산개발원 항만연구본부 부연구위원

A Study on Estimating CO₂ Emission of Port in Korea

요 약 : 최근 탄소중립이 전 세계적인 이슈로 부상함에 따라, 해양수산부의 탄소중립로드맵이 수립되고 해양수산 전체적으로 탄소중립 달성을 목표로 다양한 전략이 제시되고 있다. 항만분야도 온실가스 감축 대상에 포함되나 자료수집의 한계 및 인벤토리 구축의 미흡으로 탄소배출량 측정이 이루어지지 않고 있는 실정이다. 탄소중립항만 구축을 위해서는 배출량을 산정하고 전망하여 감축목표를 설정이 필수적이다. 이에 따라 본 연구에서는 현재 널리 활용되고 있는 IPCC Guideline의 배출량 산정 방식에 따라, 국내 항만 장비에서 배출되는 이산화탄소를 산정하고 장래 배출량을 추정하였다. 분석 결과 2020년 물동량 기준으로 약 42만 톤의 이산화탄소가 배출되었으며, 물동량 증가에 비례하여 배출량은 지속 증가하며 2050년 기준 약 72만 톤이 배출될 것으로 전망된다. 항만의 탄소중립 실현을 위해서는 우선적으로 유류에 기인하는 장비를 대상으로 동력원을 친환경 연료로 전환하여 배출량 감축을 추진할 수 있으며, 컨테이너, 잡화 등을 하역작업이 다소 복잡한 부두를 대상으로 배출량 감축 노력이 요구된다.

핵심용어 : 배출량 산정, 탄소중립항만, 이산화탄소, 배출량 전망

Abstract : As carbon neutrality has recently emerged as a global issue, the carbon neutral roadmap of MOF has been established and various strategies have been proposed to achieve carbon neutrality in the entire marine industry. The port sector is also included in the target for greenhouse gas reduction, but emissions are not being measured due to limitations in data collection and no inventory construction. For building a carbon-neutral port, it is essential to calculate and forecast emissions and set reduction targets. Accordingly, in this study, CO₂ emitted from domestic port equipment was calculated according to the IPCC Guideline's emission calculation method, and future emission was estimated. As a result of the analysis, about 420,000 tons of CO₂ was emitted based on the cargo volume in 2020, and emissions are expected to continue to increase in proportion to the increase and about 720,000 tons will be emitted by 2050. In order to achieve carbon neutrality of the port, it needs to promote emission reduction by converting the power source for oil-based equipment to eco-friendly fuel. Also container and miscellaneous ports which require complicated cargo handling need to effort to reduce CO₂.

Key words : emission estimate, carbon-neutral port, CO₂ mission forecast

1. 서 론

정부차원의 “2050 탄소중립” 목표에 따라 해양수산부를 중심으로 해양수산부도 2050년 탄소중립 실현을 위한 전략을 수립하고 구체적인 실천방안을 마련하고 있다(해양수산부, 2021). 해그 중 항만분야도 탄소중립 대상으로, 항만에서 발생하는 온실가스 인벤토리를 구축하고 그 이행사항을 점검하도록 규정되어 있으나, 실제 항만 내 탄소배출량 측정은 어려운 실정이다. 탄소중립항만 실현을 위해서는 항만 구역에서 발생하는 장비, 선박 등을 대상으로 배출량을 산정하고, 저감목표를 설정하여 체계적 추진방안이 마련되어야 하나..(중략)...

국내의 선행연구에서는 탄소배출량 추정에 대해 다수 연구가 진행되었다. Muhammad, Muhammad, & Simon(2019)은 인도네시아 벨라완항의 BICT를 대상으로 배출량을 추정하였고, Julián, Barbara, & Jose(2019)는 발렌시아항 NCTV 터미널을 대상으로 항만장비에 대한 배출량을 산정하였다. Duin & Geerlings 외(2011)는 로테르담항의 9개 터미널을 대상으로 이산화탄소 배출량의 원단위를 제시하였으며, 터미널 특성, 규모에 따라 원단위 차이를 도출하였다. 이들 연구는 대부분 모델링 또는 표준화된 투입장비를 결정하고 이를 대상으로 배출량을 추정한 것으로 실제 운영장비를 대상으로 하지 않는다.(중략)

2. 선행연구 분석

2.2 탄소배출량 추정 방법론

2.1 탄소배출량 산정 및 추정

현재 장비 및 운송수단을 대상으로 배출량 산정에 관해 널리 활용되고 있는 산정방식은 IPCC Guideline(2006)으로, 항만장

† 교신저자 : 정희원, shan@kmi.re.kr 051-797-4693

* 정희원, kimb@kmi.re.kr 051-797-4674

비는 Chapter 3: Mobile Combustion에서 제시된 방법론 적용이 가장 타당하다. 국내 연구 중 국립환경과학원(2019), 해양수산부(2018) 연구에서도 동일한 방식을 통해 항만의 오염물질 배출량을 산정하고 있으며, .. (중략).....

3. 배출량 산정 방법 및 자료 수집

본 연구에서는 선행연구에서 검토한 IPCC Guideline(2006)을 바탕으로 Tier 3 방식을 통해 이산화탄소 배출량을 산정하고자 한다. 해당 방식을 적용하기 위해서는 항만 장비별 부하율(%), 출력별 배출계수에 대한 자료가 요구되며..... (중략)

$$E = \sum_{ij} (N_{ij} * H_{ij} * P_{ij} * LF_{ij} * EF_{ij}) * 10^{-6}$$

E = 탄소 배출량(ton)
 Nij = 장비대수
 Hij = 장비 i 의 연간 가동시간(h)
 Pij = 장비 i 의 출력(kW)
 LFij = 장비 i 의 부하율(0~1 사이값)
 EFij = 연료 j 에 대한 장비 i 의 배출계수(g/kWh)
 i = 장비 유형
 j = 연료 유형
 (중략)

4. 분석 결과

배출량 산정결과, 항만별 이산화탄소 배출량은 과거 10년간 지속적으로 증가하고 있으며, 이는 물동량에 비례함을 알 수 있다. 전체 조사된 15개 터미널에서 2021년 기준 연간 18만 6천톤의 이산화탄소가 배출되었다고 추정된다. 다만 절대적 배출량을 항만 전체 배출량을 나타낸다고 보기 어려우므로 화물 단위당 배출량 즉, 원단위를 통해 비교하는 것이 타당하다고 판단된다. 따라서 (중략)

Table 1 Emission in container terminals(tCO₂)

Year	Busan Port	Inchoen Port	...
2012	87,552.2	4,583.2	...
...
2020	169,810.0	4,916.9	...
2021	186,855.5	4,809.6	...

..... (중략)

Table 2 Emission per TEU(kgCO₂/TEU)

Year	Busan Port	Inchoen Port	...
2012	7.889	6.091	...
...
2020	7.718	2.660	...
2021	8.143	2.577	...

..... (중략)

5. 결 론

본 연구에서는 우리나라 항만을 대상으로 장비에서 기인하는 이산화탄소 배출량을 산정하고 장래 배출량을 산정하였다. 배출량 산정은 탄소중립 항만 구축을 위한 저감목표를 설정하기 위해 선행되어야 하는 요인이나,(중략).....

사 사

본 논문은(중략).....

참 고 문 헌

[1] 국립환경과학원(2019a), 국가 대기오염물질 배출량 통계 (CAPASS)검증 및 개편
 [2] 해양수산부(2018), 항만 대기오염물질 배출 현황 및 배출 규제해역(ECA) 지정 타당성 조사 연구
 [3] 해양수산부(2021), 해양수산분야 2050 탄소중립 로드맵
 [4] Duin R.V., & Geerling H.(2011), A new method for assessing CO₂-emissions from container terminals: a promising approach applied in Rotterdam, Journal of Cleaner Production 19(6-7) pp. 657-666
 [5] IPCC(2006), 「IPCC 2006 guidelines」, Chapter 3: Mobile Combustion
 [6] Julián Martínez-Moya, Barbara Vazquez-Paja & Jose Andrés Gimenez Maldonado(2019), Energy efficiency and CO₂ emissions of port container terminal equipment: Evidence from the Port of Valencia, Energy Policy, 131, pp. 312-319.
 [7] Muhammad A. B., Muhammad H. H., & Simon J. S.(2021), Estimating CO₂ Emissions in a Container Port based on Modality Movement in the Terminal Area, International Journal of Technology 10(8), pp. 1618-1625.